

**ИССЛЕДОВАНИЕ АДсорбЦИОННЫХ СВОЙСТВ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ, ПОЛУЧЕННОГО
МОДИФИЦИРОВАННЫМ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ СИНТЕЗОМ**

К.А. Хрусталева

Научный руководитель: доцент, к.х.н. Г.А. Воронова

Томский политехнический университет,

г. Томск, 635050, пр. Ленина, 30

E-mail: k.khrustaleva@gmail.com

**INVESTIGATION OF THE ADSORPTION PROPERTIES OF THE ALUMINUM OXIDE OBTAINED
BY MODIFIED SOL-GEL SYNTHESIS**

K.A. Khrustaleva

Scientific Supervisor: associate professor, PhD G.A. Voronova

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: k.khrustaleva@gmail.com

***Abstract.** In this paper, nanopowders obtained by modified sol-gel synthesis were studied. The phase composition of the obtained powders was studied by X-ray diffraction (XRD); Adsorptive properties of these powders were studied by static adsorption from solutions. The anionic dye eosin was selected as adsorbate.*

Адсорбция микробиологических объектов, имеющих в водных средах отрицательный заряд поверхности, наиболее эффективно происходит на поверхностях, обладающих электроположительным зарядом. Однако, ряд таких адсорбентов весьма ограничен [1]. В настоящее время ведется поиск и разработка новых адсорбентов с электроположительным зарядом поверхности и способов их получения, таким адсорбентом может стать оксид алюминия, допированный соединениями переходных и s-элементов. В последнее время наиболее востребованной методикой получения наноматериалов является золь-гель синтез [2]. Традиционно в данном методе в качестве реактивов используют алкоголяты металлов, однако данные химические соединения достаточно дорогостоящи [3]. Однако, существуют золь-гель методики в которых используются недорогие реактивы, такие как соли металлов (нитраты, хлориды) и органические кислоты (лимонная, яблочная) или мочевины [4,5]. Поэтому целью данной работы является получение оксида алюминия золь-гель методом и изучение его адсорбционных свойств.

Образцы оксида алюминия получали по золь-гель технологии. В качестве исходных реактивов использовались нитрат алюминия ($Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$) и яблочная кислота ($C_4H_6O_5$). Полученный продукт был разделён на части и подвергнут термообработке при 600 °С, 700 °С, 800 °С, 900 °С в течение 2-х часов.

Фазовый состав образцов исследовались с помощью рентгеновского дифрактометра XRD - 7000S Shimadzu (Япония).

При изучении адсорбционных свойств оксида алюминия использовался статический метод сорбции из растворов. Адсорбцию проводили при 22 °С. В качестве модельного адсорбата был выбран анионный

краситель эозин ($C_{20}H_6O_5Br_4K_2$). Исходную и равновесную концентрации адсорбатов определяли фотометрически с использованием спектрофотометра (Pd Spectrophotometer, Япония) при длине волны 490 нм.

В таблице 1 представлены результаты рентгенофазового анализа полученных образцов. Образец №3 представляет собой γ - Al_2O_3 , в то время как в образце №4 обнаруживается присутствие α -модификации оксида алюминия. Образцы же под номерами 1 и 2 представляют аморфный оксид алюминия. Из рисунка 1(а,б) видно, что ярко выраженных пиков, определяющих о фазовый состав, нет. Так же на рентгенограммах присутствует значительный фон.

В отличие от образцов №1 и №2, образцы, отожженные при 800 и 900 °С, на рентгенограммах имеют ярко выраженные пики (рис.1 в,г), что свидетельствует о окристаллизовывании порошков с повышением температуры. Однако, на данных рентгенограммах также присутствует незначительный фон.

Таблица 1

Параметры и характеристики полученных порошков

№ Образца	Температура отжига, °С	Состав	Окр, нм
1	600	Al_2O_3 (аморф)	-
2	700	Al_2O_3 (аморф)	-
3	800	γ - Al_2O_3 - 100%	13,56
4	900	γ - Al_2O_3 - 92% α - Al_2O_3 - 8%	13,54 16,21

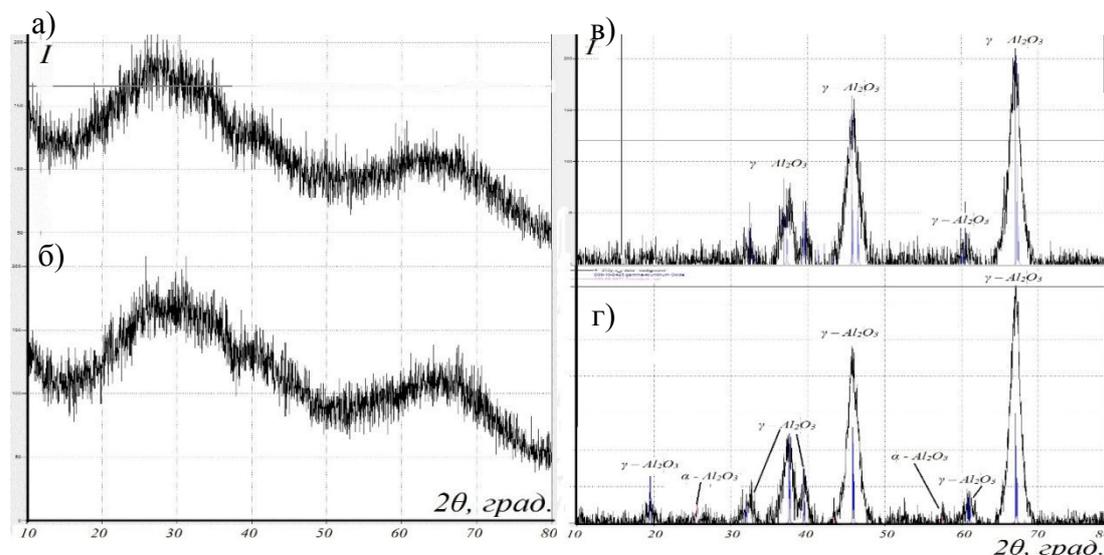


Рис.1. Рентгенограммы порошков Al_2O_3 , термообработка при: а - 600°С; б - 700°С; в - 800°С; г - 900°С

Завершающим этапом работы с образцами оксида алюминия стало изучение адсорбционных свойств. Все синтезированные образцы оксида алюминия адсорбируют краситель эозин из водного раствора. Для перемешивания порошков в растворах эозина использовали ручное перемешивание и перемешивание в ультразвуковой ванне (WUC-A01H, Южная Корея). Из рисунка 2 видно, что порошки адсорбируют незначительное количество эозина. Наибольшую величину адсорбции демонстрирует образец №3 при концентрации эозина 12 мг/л (рис.2, в). При применении ультразвука (рис.3), все образцы показали большее значение адсорбции, чем в первом случае. Наибольшую адсорбционную способность проявил образец №4, причем во всем диапазоне концентраций эозина (рис.3в).

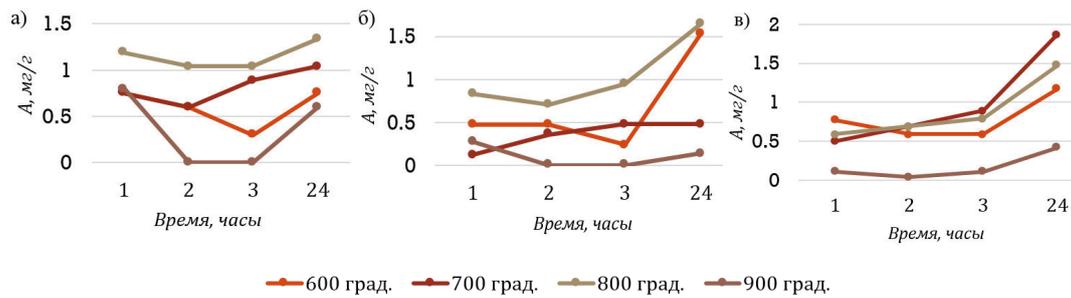


Рис.2. Зависимость величины адсорбции эозина от времени: а – при концентрации эозина 4 мг/л; б – при концентрации эозина 8 мг/л; в – при концентрации эозина 12 мг/л (ручное перемешивание)

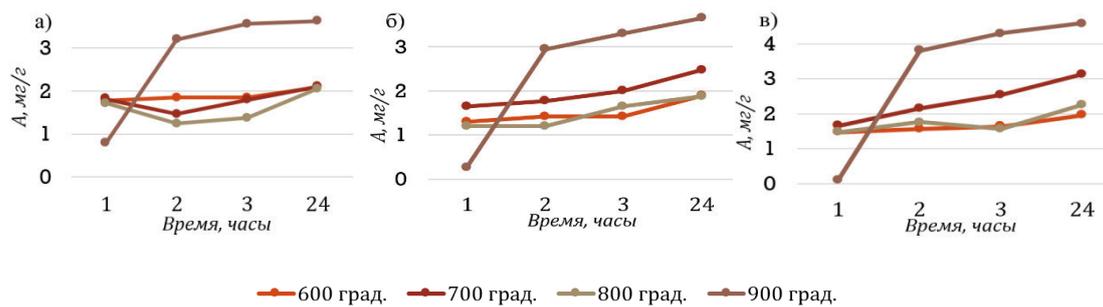


Рис.3. Зависимость величины адсорбции эозина от времени: а – при концентрации эозина 4 мг/л; б – при концентрации эозина 8 мг/л; в – при концентрации эозина 12 мг/л (ультразвуковое перемешивание)

Выводы:

1. Образцы полученных порошков обладают значительной способностью к адсорбции эозина, что говорит о положительном заряде поверхности частиц порошка.
2. Применение ультразвукового перемешивания, позволяет деагломерировать частицы порошка в растворе эозина, что сказывается на адсорбционной способности порошка – она увеличивается.
3. Установлено что, образец, и прошедший термообработку при 900 °С, характеризуется наибольшим значением адсорбции из всех исследованных образцов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ложкомоев А.С., и др. Закономерности адсорбции микроорганизмов волокнистым сорбционным материалом, включающим частицы псевдобемита // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/108-8973>
2. Lashanizadegan M. Synthesis and surface modification of aluminum oxide nanoparticles // Journal of Ceramic Processing Research. – 2014. – Vol. 15. – No. 5. – P. 316~319
3. Angel JD. Synthesis and Characterization of Alumina-Zirconia Powders Obtained by Sol-Gel Method: Effect of Solvent and Water Addition Rate // Materials Sciences and Applications. – 2012. – No.3. – P. 650–657
4. Karim M R. Synthesis of γ -Alumina Particles and Surface Characterization // The Open Colloid Science Journal. – 2011. – No.4. – P. 32–36
5. TAN Hong-bin. Preparation of long alumina fibers by sol-gel method using malic acid // Trans. Nonferrous Met. Soc. China. – 2011. – No.21. – P.1563–1567